

APPARATUS FOR ELECTRO-CHEMICALLY FORMING AND FINISHING GEARS

Patent number: CH503547
Publication date: 1971-02-28
Inventor: WILLIAM ANDREW HAGGERTY (US); CHARLES EVANS FOERTMEYER (US)
Applicant: CINCINNATI MILACRON INC (US)
Classification:
- international: B23H9/00; B23H9/00; (IPC1-7): B23P1/04; B23F1/00
- european: B23H9/00C
Application number: CH19680014958 19681007
Priority number(s): US19670684454 19671120

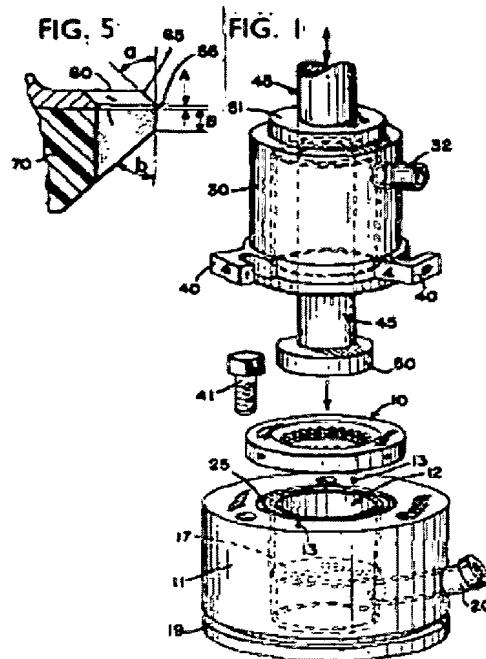
Also published as:
 US 3499830 (A1)
 G B1217410 (A)
 F R1587261 (A)
 DE 1800693 (A1)
 S E352832 (B)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for CH503547

Abstract of corresponding document: **GB1217410**

1,217,410. Electro-machining gears.
CINCINNATI MILACRON Inc. Nov.20, 1968
[Nov.20, 1967] No.55096/68 Heading C7B.
Gears are electro-chemically formed and finished from a conductive workpiece 50, e.g. of steel, in a single operation using a machining tool 10 having a plurality of radially-extending projections for forming the gear teeth which are bounded by a finishing machining surface 55 parallel to the direction of relative advance of the tool and having dimensions and a profile determining the final dimensions and shape of the finished workpiece, a frontal machining surface 60 normal to the finishing surface to form initial openings in the workpiece corresponding generally to the shape of the teeth to be formed, and a tapered machining surface 65 extending between the finishing and frontal surfaces to enlarge the openings as the tool is advanced at constant rate into the workpiece. Preferably insulating resin 70 abuts and is flush with the finishing surface and extends to the rearmost extent of the tool to provide smooth flow of electrolyte over each machining surface and prevent further machining of the workpiece. The axial dimension A of the finishing surface is preferably 0 003 to 0 005 inch. As shown, the tool 10 is mounted on a base member 11, over an O-ring seal in a groove 25 surrounding a cavity 12 therein. Preferably a low pressure head 30, with similar cavity and O-ring seal, is positioned above the tool to maintain back pressure on the electrolyte between the tool and workpiece to ensure its flow, e. g. from inlet pipe 20 to exit pipe 32. A flow plate and filter 17 may be provided in the cavity 12. Both cavities and pipes may be plastic lined. A seal 51 may also be provided between the workpiece holder 45 and the low pressure head 30. A plurality of openings may be provided in the frontal surface 60, Fig. 8 (not shown) as an additional path for electrolyte flow. The electrolyte, e. g. NaNO₃ + NaCl solution, may be passed through a heat exchanger prior to being recirculated into the



space between the workpiece and tool. The workpiece may be rotated as it is advanced in to the tool to machine helical gears, Fig.9 (not shown).

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationale Klassifikation: B 23 p 1/04
B 23 f 1/00

Gesuchsnr.: 14958/68
Anmeldungsdatum: 7. Oktober 1968, 17 1/4 Uhr
Priorität: USA, 20. November 1967 (684454)

Patent erteilt: 28. Februar 1971
Patentschrift veröffentlicht: 15. April 1971

HAUPTPATENT

Cincinnati Milacron Inc., Cincinnati (Ohio, USA)

Vorrichtung zur elektrochemischen Herstellung von Zahnrädern

William Andrew Haggerty und Charles Evans Foertmeyer, Cincinnati (Ohio, USA), sind als Erfinder genannt worden

1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur elektrochemischen Herstellung von Zahnrädern aus einem vollen Rohling in einem einzigen, ununterbrochenen Arbeitsgang, wobei zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück ein Elektrolyt hindurchgeleitet und eine elektrische Spannung derart angelegt ist, daß das Werkstück in bezug auf das Werkzeug die Anode bildet.

Werkzeugmaschinen zur Durchführung von elektrochemischen Bearbeitungen an elektrisch leitenden Werkstücken der unterschiedlichsten Gestalt sind bereits bekannt. Das Material des Werkstückes kann hierbei eine mehr oder weniger große Härte aufweisen. Bei dieser Art der Bearbeitung von Werkstücken treten jedoch Probleme in bezug auf die abschließende Bearbeitung des Gegenstandes mit sehr genauen Toleranzen auf. Dies hat zur Folge, daß die Einflußgrößen, wie die Spannung, die Vorschubgeschwindigkeit, die Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyten und die Temperatur sowie die Gestalt der Elektrode oder des Werkzeuges in engen Toleranzen gehalten werden müssen. Ein Endprodukt mit sehr kleinen Toleranzen kann unter bestimmten Umständen durch vorausgehende Bearbeitung des Werkstückes auf die annähernd endgültig gewünschte Gestalt und daran anschließendes elektrochemisches Bearbeiten durchgeführt werden, wie es in den schweizerischen Patenten Nr. 495 813 und 475 067 der gleichen Anmelder beschrieben ist. Die Größe der Abtragung wird bei derartigen Elektroden sehr klein, und deshalb ist die durch die Veränderung der Bearbeitungsparameter bedingte Gesamtwirkung entsprechend gering.

Andererseits ist es häufig von Vorteil, einen Gegenstand aus einem vollen Rohling ohne vorausgehende Bearbeitung desselben herzustellen. Das eine elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug muß deshalb den Rohling im wesentlichen auf die endgültig gewünschte Gestalt bearbeiten und dann eine abschließende Bearbeitung durchführen, bei der die genauen Abmessungen erreicht und eingehalten werden. Diese beiden Arbeitsgänge sollen auf einmal durchgeführt werden. Bisher war es nicht möglich, Gegenstände kom-

2

plizierter Gestalt, wie beispielsweise Zahnräder, in einem einzigen Arbeitsgang herzustellen, da die verschiedenen Oberflächen gleichzeitig hergestellt werden müssen, wobei gleichzeitig sehr kleine Toleranzen eingehalten werden müssen.

Die Schwierigkeiten, die in bezug auf die Anfertigung des Werkstückes auftreten, liegen in der Einhaltung und Aufrechterhaltung der genauen Abmessungen des endgültigen Werkstückes. Versuche mit Werkzeugen, die nur eine sich erweiternde Oberfläche zur Bearbeitung verwickelter Formen, wie beispielsweise innen bzw. außen verzahnter Zahnräder innerhalb entsprechender, von der Industrie akzeptierter, Toleranzen aufweisen, waren nicht erfolgreich, da es nicht möglich war, die kritische radiale Abmessung des Abschnittes des Werkzeuges zu steuern, welches die abschließende Bearbeitung durchführt. In der Praxis tauchten diese Schwierigkeiten bei der Steuerung der gewünschten radialen Abmessung einer schrägen, sich erweiternden bzw. verjüngenden Oberfläche mit den erforderlichen kleinen Toleranzen auf, da jede Abweichung des Neigungswinkels in bezug auf die Achse des Werkzeuges oder jede Abweichung der Lage der Achse Fehler in bezug auf die radiale Abmessung hervorriefen.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung der eingingen genannten Art zu schaffen, die die vorstehend aufgeführten Probleme und Schwierigkeiten beseitigt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug eine Mehrzahl von Wirkflächen zur Herstellung des Zahnrades aus dem Rohling in einem einzigen, fortlaufenden Arbeitsgang aufweist:

a) eine den endgültigen Umriß des Zahnrades erzeugende Wirkfläche, die parallel zu der in axialer Richtung stattfindenden Relativbewegung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück verläuft und deren Abmessungen und Gestalt die endgültigen Abmessungen und die Form des fertigen Zahnrades bestimmen,

b) eine stirnseitige Wirkfläche, die senkrecht zu der den endgültigen Umriß erzeugenden Wirkfläche verläuft und dazu dient, der Form der Zähne entsprechende Ausnehmungen herauszuarbeiten und

c) eine schräge, zur Längsachse des Werkzeuges geneigte Wirkfläche zwischen der den endgültigen Umriß erzeugenden Wirkfläche und der stirnseitigen Wirkfläche, wobei das Werkzeug gegenüber dem Werkstück mit konstanter Geschwindigkeit vorschobbar ist und die stirnseitige Wirkfläche im Werkstück Öffnungen formt, deren Form angenähert der Zahnform des herzustellenden Zahnrades entspricht, und die schräge Wirkfläche die so gebildeten Öffnungen auf die fertige, durch die Wirkfläche bestimmte Größe und Gestalt erweitert.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine auseinandergezogene perspektivische Darstellung der erfundungsgemäßen Vorrichtung zur Bearbeitung eines vollen Röhrlings aus elektrisch leitendem Material zur Herstellung eines Zahnrades in einem einzigen Arbeitsgang.

Fig. 2 eine teilweise geschnittene Seitenansicht der Vorrichtung nach Fig. 1.

Fig. 3 einen Schnitt durch das die elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug, das bereits teilweise in das Werkstück eingedrungen ist,

Fig. 4 eine Teildraufsicht auf das die elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug, wobei die vordere und die schräge Wirkfläche und die Abtragung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück veranschaulicht sind,

Fig. 5 einen Teilschnitt des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges gemäß der Linie 5-5 der Fig. 4, wobei die Abmessungen des Werkzeuges im einzelnen veranschaulicht sind,

Fig. 6 eine Ansicht eines Segment des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges bildenden Zahnes, und zwar als Schnitt gemäß der Linie 6-6 der Fig. 4,

Fig. 7 eine Ansicht von unten einer abgewandelten Ausführungsform des Werkzeuges zur elektrochemischen Bearbeitung, das mit zusätzlichem Material zwischen den nach innen vorstehenden Abschnitten desselben ausgerüstet ist, um die stromführende Kapazität des Werkzeuges zu verbessern.

Fig. 8 einem Schnitt gemäß der Linie 8-8 der Fig. 7,

Fig. 9 einen Schnitt einer abgewandelten Ausführungsform der Vorrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung der Figuren 1 und 2, bei der das Werkstück gedreht wird, wenn es in das Werkzeug zur Bildung eines schräg verzahnten oder Schraubenrades vorgeschnitten wird.

Fig. 10 einen vergrößerten Querschnitt des elektrochemischen Werkzeuges zur Herstellung von schräg verzahnten oder Schraubenrädern, und zwar in Verbindung mit dem vollständigen Werkstück, das teilweise geschnitten dargestellt ist, nachdem es durch das Werkzeug bearbeitet wurde,

Fig. 11 eine Ansicht zweier Segmente des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges bildenden Zähne, wobei die Isolierung in Richtung auf die Relativbewegung des Werkzeuges geneigt ist, um einen Zwischenraum zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug zu bilden, durch den der Elektrolyt strömt, und

Fig. 12 eine Ansicht zweier, die Elemente des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges der Fig. 10 bildenden Zähne, wobei beide Seiten der Isolierung geneigt sind, so daß entweder rechts oder links gerichtete, schräg verzahnte Zahnräder hergestellt werden können.

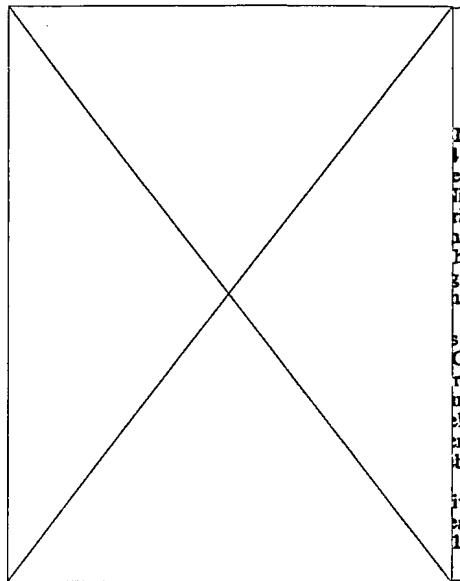
Das in den Fig. 1 und 2 dargestellte, die elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug 10 ist an einem Basisteil 11 befestigt, das einen Hohlraum 12 aufweist. Ein Paar Richtbolzen 13 stehen über die obere Oberfläche des Basisteils 11 vor und werden von entsprechenden Richtlöchern 14 (Fig. 2 und 3) des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges 10 aufgenommen, um das Werkzeug an der gewünschten Stelle zu halten und eine Bewegung desselben in bezug auf das Basisteil bei Beginn des Betriebes der Maschine zu verhindern.

Der Hohlraum 12 in dem Basisteil 11 ist geringfügig größer als die innere Öffnung in dem Werkzeug 10, aber kleiner als der äußere Durchmesser des Werkzeuges. Das Basisteil 11, welches aus elektrisch leitendem Material, wie beispielsweise Stahl, hergestellt ist, ist gegen Korrosion durch eine Auskleidung aus Kunststoff geschützt, die darüber hinaus eine Streuung des elektrischen Stromes und damit eine unerwünschte Bearbeitung des Werkstückes verhindert. Die Kunststoffauskleidung ist in zwei Abschnitte 15 und 16 aufgeteilt, wobei eine Strömungsplatte 17 diese beiden Abschnitte voneinander trennt. Die Strömungsplatte dient unter anderem der Verteilung des Elektrolyten, so daß dieser gleichmäßig zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück strömt. Die Strömungsplatte 17 kann außerdem als Filter dienen, um die innere Fläche zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück vor Fremdelementen zu schützen, und dadurch das Auftreten einer unerwünschten elektrischen Leitung, die die endgültig gewünschte Oberfläche des Werkstückes zerstören würde, zu verhindern.

Eine Öffnung 18 im Inneren des Basisteiles 11 gestattet die Strömung des Elektrolyten in den unteren Hohlraum, durch die Strömungsplatte 17 und einen eventuell vorgesehenen Filter 17 in den oberen Hohlraum, von dem aus die Strömung in den Spalt zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück erfolgt. Das Einlaßrohr 20 für den Elektrolyten steht mit der Öffnung 18 in Verbindung und ist außerdem mit einer Auskleidung 21 aus Kunststoff versehen, um eine elektrochemische Bearbeitung in diesem Bereich zu verhindern. Das Basisteil 11 ist weiterhin mit einer Klemmplatte 19 versehen, die vollständig um den Umgang desselben verläuft und die der Befestigung an der Maschine dient, die die Bewegung des Werkstückes relativ zu dem Werkzeug 10 durchführt.

Eine Nut 25, die einen O-Ring 26 enthält, umgibt den Hohlraum 12 an der oberen Oberfläche des Basisteils 11. Dieser O-Ring bildet einen dichten Eingriff mit der unteren Oberfläche des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges 10, um zu verhindern, daß der Elektrolyt zwischen dem Werkzeug und dem Basisteil 11 nach dem Zusammenbau der Vorrichtung auftritt.

Oberhalb des Werkzeuges 10 ist ein Niederdruckkopf 30 angeordnet, der einen Hohlraum 31 mit einem Durchmesser aufweist, der größer ist als der maximale Durchmesser des nicht fertiggestellten Werkstückes und des maximalen Durchmessers der Öffnung in dem Werkzeug 10, aber kleiner als der gesamte maximale

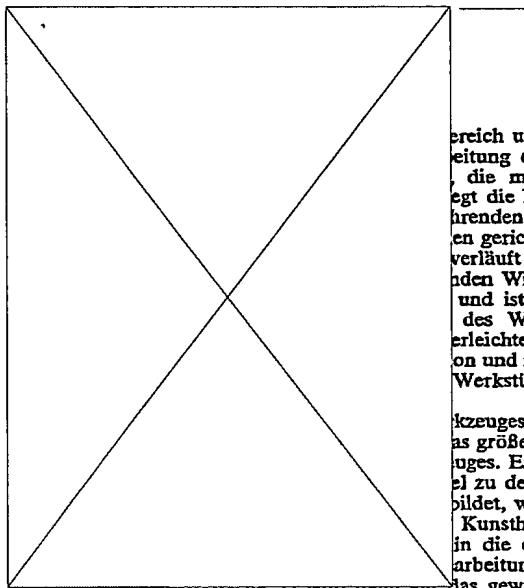


Niederdruckkopf 30 aus Kunststoff verarbeitung desselben Niederdruckkopf aus Material hergestellt sein, in denen Elektrolyten Nr 32 für den Elektrolyt 33 in dem oberen Teil die Wand des Niederdruckkopfes.

36 angeordnet, so daß der Niederdruckkopf 30 auf der oberen Oberfläche der durchführenden Elektrolyten an einem der Flächen zu hindern, gebaut und in Betrieb ist zwei Niederhalter 41 zusammenwirken, so daß der Niederdruckkopf 30 im Uhrzeigersinn derart gedreht werden kann, daß die Ansätze unter die Köpfe der Bolzen 41 gelangen, woraufhin eine Befestigung

Darstellung vergrößert dargestellt. Bei dem wirklichen, ausgeführten Werkzeug ist diese Wirkfläche 55 praktisch nichtsichtbar.

Bei der Konstruktion und Anfertigung eines eine elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges dieser Art ist es wichtig, daß die Abmessungen dieses Werkzeuges mit sehr kleinen Toleranzen eingehalten werden, wenn eine genaue, endgültige Form eines Gegenstandes gewünscht wird. Die die endgültige Bearbeitung durchführende Wirkfläche 55 legt die endgültigen Abmessungen und die Gestalt des herzustellenden Gegenstandes fest. Die geringe axiale Ausdehnung oder Breite der die endgültige Bearbeitung durchführenden Wirkfläche 55 verhindert die Gesamtabtragung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück und daher auch die Gesamtabweichung der Abtragung, die durch andere Faktoren, wie beispielsweise Schwankungen der Spannung, der Elektrolyttemperatur und der Strömungsgeschwindigkeit, bedingt sind. Die die endgültige Bearbeitung durchführende Wirkfläche ist zur Bearbeitung des Werkzeuges nicht unbedingt erforderlich, sie ist aber zur genauen Dimensionierung und Gestaltung des Werkstückes erforderlich, da sie in sehr genauer Weise die nach innen gerichteten Abmessungen der schrägen bearbeitenden Wirkfläche 55 festlegt.



Wirkfläche 55 wird dann nur die endgültige Bearbeitung durchführende Wirkfläche bildet, sondern auch ein entsprechender Teil der Isolierung 70 entfernt wird, so daß diese ohne Absatz in die endgültige Bearbeitung durchführende Wirkfläche übergeht. Danach wird die schräge Oberfläche 65 durch Bearbeitung der die endgültige Bearbeitung durchführenden Wirkfläche unter einem bestimmten Winkel ausgebildet.

Bei dem zur Herstellung der Isolation 70 verwendeten Material handelt es sich um eines, das den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie das Material des Werkzeugs. Außerdem ist das Material der Isolation nicht porös, widerstandsfähig gegen die Aufnahme von Feuchtigkeit, um auf diese Weise eine Leitung des elektrischen Stromes durch die Isolierung zum Werkstück zu verhindern und in bezug auf den Elektrolyten, der durch den Raum zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück strömt, verhältnismäßig chemisch neutral. Ein Material, welches zur Isolierung verwendet wurde, ist ein Gießharz mit der Bezeichnung «RP-3260».

reich und dadurch eine Eitung des Werkstückes, die mit der schrägen Wirkfläche 55 die Breite A der die breitende Wirkfläche fest. en gerichteten Abschnitt verläuft von der die end- den Wirkfläche 55 bei- und ist daran anschlie- des Werkzeuges unter erleichtert die Strömung on und zwischen den be- Werkstückes und dem

kzeuges sind die anfangs as größer als die endgültiges. Eine ebene Fläche 71 zu der vorderen bear- bildet, worauf die Isolier- Kunstharzes hergestellt in die ebene Fläche 71 arbeitung durchführende

das gewünschte Maß ge- schliffen, wobei nicht nur ein Teil des Metalls, welches schließlich die die endgültige Bearbeitung durchfüh- rende Wirkfläche bildet, sondern auch ein entsprechen- der Teil der Isolierung 70 entfernt wird, so daß diese ohne Absatz in die endgültige Bearbeitung durchfüh- rende Wirkfläche übergeht. Danach wird die schräge Oberfläche 65 durch Bearbeitung der die endgültige Bearbeitung durchführenden Wirkfläche unter einem be- stimmten Winkel ausgebildet.

Bei dem zur Herstellung der Isolation 70 verwendeten Material handelt es sich um eines, das den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie das Material des Werkzeugs. Außerdem ist das Material der Isolation nicht porös, widerstandsfähig gegen die Aufnahme von Feuchtigkeit, um auf diese Weise eine Leitung des elektrischen Stromes durch die Isolierung zum Werkstück zu verhindern und in bezug auf den Elektrolyten, der durch den Raum zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück strömt, verhältnismäßig chemisch neutral. Ein Material, welches zur Isolierung verwendet wurde, ist ein Gießharz mit der Bezeichnung «RP-3260».

die die zwischen den Zähnen liegenden Abschnitte des Zahnrades in dem Werkstück 50 ausbilden. Da die stürmeseitige Wirkfläche 50 senkrecht zur Bewegungsrichtung des Werkstückes in bezug auf das Werkstück verläuft und da verschiedene bearbeitende Bereiche vorge- sehen sind, durch die eine unterschiedliche Mengenströmung des Elektrolyten über die verschiedenen stürmeseitigen Wirkflächen bedingt ist, ist die Vorschubgeschwindigkeit des Werkzeuges in das Werkstück zwangsläufig begrenzt. Weiterhin ist die Vorschubgeschwindigkeit ge- ringer als die mögliche Vorschubgeschwindigkeit bei Werkzeugen, die Gegenstände der beiden vorstehend erwähnten Patentanmeldungen sind und bei denen das Werkstück bereits vorausgehend bearbeitet wurde und daher nur noch durch die schräge Wirkfläche bearbeitet wird. Die stürmeseitige Wirkfläche 60 bildet jedoch die Öffnung oder eine Anzahl von Öffnungen in dem vollen Rohling 50 aus.

Danach vergrößert die schräge Wirkfläche 65 die Öffnung auf die gewünschte, endgültige Form und Ge- stalt. Wie bereits vorstehend erwähnt, wird die schräge Wirkfläche so kurz wie möglich gehalten, um eine an- gemessene und gleichmäßige Strömung des Elektrolyten zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück sicherzu- stellen. Die die endgültige Bearbeitung durchführende Wirkfläche 55 legt die endgültige Gestalt und Abmes- sungen des Werkstückes fest.

In den Fig. 7 und 8 ist eine andere Ausführungsform der Erfindung veranschaulicht. Fig. 7 zeigt eine Ansicht eines eine elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges von unten, wobei die Isolierung zur Darstellung der verbesserten Konstruktionsmerkmale des Werkzeuges teilweise weggelassen wurde. Fig. 8 zeigt einen Querschnitt einer einzelnen, nach innen ver- laufenden Rippe. Jede der nach innen verlaufenden oder vorstehenden Rippen 75 ist mit einem Steg 76 versehen der eine Verlängerung des Körpers des Werkzeuges bildet. Hierdurch wird ein größerer Bereich zur Verfügung gestellt, durch den der elektrische Strom fließen kann damit das Werkzeug, bedingt durch den verminderter Abfall von JR, kühler bleibt, da der Widerstand des Werkzeuges geringer wird. Die Stege 76 verbessern au- ßerdem die mechanische Stabilität des Werkzeuges.

Der Elektrolyt wird dem Hohlraum 12 in dem Ba-

tereintreten in den und dem Werkstück Elektrolyt auch vor Belebung erwärmt und Temperatur gehalten. Elektrolyten im Bereich Werkstück zu verhindern. Austrittsleitung 32 besonderen Ausführung 3,5 kg/cm². Beendigen Druck kann Material hergestellt. Material kann es er dergleichen, aber ill handeln. Gestaltete Ausführungen von Öffnungen in der Lüftung auf, und jede überein Bereich des Weg für den Elektronenschnitt der vorderen in Bearbeitungsbereiche Vorschubgeschwindigkeiten möglich, da die Strömungscharakteristiken des Elektrolyten verbessert und die Möglichkeit von Kavitation vermindernd sind. In Fig. 8 sind diese Öffnungen durch Bohren einer Anzahl verhältnismäßig kleiner Löcher 77 gebildet, die senkrecht zur stirnseitigen Wirkfläche verlaufen, wobei ein Loch in jedem radial verlaufenden, einen Zahnräder bildenden Mittel ausgebildet ist. Eine entsprechende Anzahl von Löchern 78, die radial durch den Körper des Werkzeuges zu dem außen gelegenen Umfangsbereich verlaufen, stehen mit den Löchern 77 im Inneren des Werkzeuges in Verbindung. Es ist auch möglich, die Löcher derart diagonal verlaufend anzurichten, daß sie von der stirnseitigen Wirkfläche zum Außenbereich des Körpers des Werkzeuges verlaufen.

Wenn ein derartiges Werkzeug in Verbindung mit der Vorrichtung der Fig. 1 verwendet wird, strömt ein Teil des Elektrolyten durch die Löcher 78 nach außen und nicht in den Hohlraum 31. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß das Volumen des Elektrolyten, das durch diese Löcher strömt, nicht groß genug ist, um

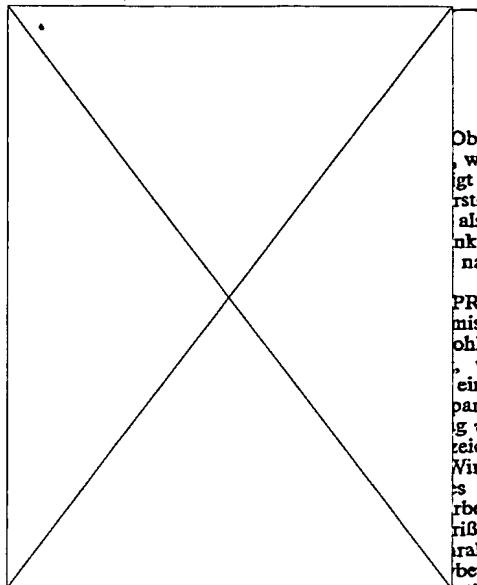
schraubenförmiger Zahnräder mit Hilfe der elektrochemischen Bearbeitung, ausgehend von einem vollen Rohling in einem einzigen Arbeitsgang, wobei das Werkstück während des Vorschubes in das Werkzeug gedreht wird.

Aus Fig. 9 ist zu entnehmen, daß der Werkstückhalter 45 an einer Abstützung 80 drehbar befestigt ist, die das Werkstück 50 im wesentlichen mit konstanter Geschwindigkeit in und durch das die elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug 10 vorschreibt. Der Werkstückhalter 45 ist an einer Lagereinheit 85 mit Hilfe von Schrauben 86 über einen Flansch 87 befestigt. Die Einzelheiten dieser Lagereinheit 85 bilden keinen Teil der vorliegenden Erfindung. Die Lagereinheit ist derart konstruiert, daß der Werkstückhalter 45 nur um seine Achse drehbar und nicht axial oder seitlich mit dem Werkstückhalter 45 relativ zur Abstützung 80 während des Betriebs drehbar ist.

Eine am Niederdruckkopf 30 befestigte Büchse 90 umgibt den Werkstückhalter 45 und ist mit einem schraubenförmigen Schlitz 91 versehen, in dem ein Bolzen 92 verschiebbar angeordnet ist, der wiederum über den Werkstückhalter 45 nach außen vorsteht. Bei Bewegung des Werkstückhalters 45 nach unten wirkt der Bolzen 92 zusammen mit dem Schlitz 91 derart, daß der Werkstückhalter und damit das Werkstück 50 in bezug auf das Werkzeug 10 gedreht werden.

Das Werkzeug 10 ist im Querschnitt in Fig. 10 dargestellt und entspricht im wesentlichen dem Werkzeug der Fig. 3. Das fertiggestellte Zahnräder weist eine Schrägverzahnung auf, deren Winkel durch den Winkel des Schlitzes 91 in der Büchse 90 festgelegt ist. Die bearbeitenden Wirkflächen des Werkzeuges 10 entsprechen denjenigen, die bereits beschrieben wurden. Um jedoch die relative Drehbewegung zwischen den bearbeitenden Zahnen an dem Werkstück und dem Werkzeug zu berücksichtigen, ist die Isolierung 70 gegen die Drehachse unter einem Winkel τ geneigt, der etwas größer ist als der Schrägverzahnungswinkel des hergestellten Zahnrades, und zwar, um eine Strömung des Elektrolyten zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug über sämtliche bearbeitenden Wirkflächen zu erlauben.

Wie in Fig. 11 veranschaulicht, ist die Isolierung 70 nur an der Seite des nach innen verlaufenden, den Zahnräder bildenden Abschnittes des Werkzeuges, die sonst das



Oberflächen den voraus, wobei aber der Winkel, ⁵igt ist, eingeschränkt ist, ersten Bereich des Werk-
also eine Schrägverzah-
nake hergestellt werden
nach Fig. 11 vorzuzie-

PRUCH

ischen Herstellung von
ohling in einem einzigen,
, wobei zwischen dem
ein Elektrolyt hindurch-
spannung derart angelegt
auf das Werkzeug die
zeichnet, daß das Werk-
Wirkflächen (55, 65, 60)
s aus dem Rohling in
beitsgang aufweist:

riß des Zahnrades erzeu-
parallel zu der in axialer
bewegung zwischen dem
werkzeug (10) und dem werkstück (50) verläuft und
deren Abmessungen und Gestalt die endgültigen Abmes-
sungen und die Form des fertigen Zahnrades bestim-
men,

- b) eine stirnseitige Wirkfläche (60), die senkrecht zu der den endgültigen Umriß erzeugenden Wirkfläche (55) verläuft und dazu dient, der Form der Zähne ent-
sprechende Ausnehmungen herauszuarbeiten, und
- c) eine schräge, zur Längsachse des Werkzeuges ge-

(31) zur Erzeugung eines Gegendrucks zwecks Vermei-
dung von Kavitation des Elektrolyten im Raum zwi-
schen Werkzeug und Werkstück.

4. Vorrichtung nach Patentanspruch, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Wirkflächen zur Herstellung der
Zähne des Werkstückes (50) auf der äußeren Peripherie
des Werkzeuges (10) angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach Patentanspruch oder Unteran-
spruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkflächen
zur Herstellung der Zähne des Werkstückes (50) au-
einer inneren Peripherie des Werkzeuges (10) angeord-
net sind.

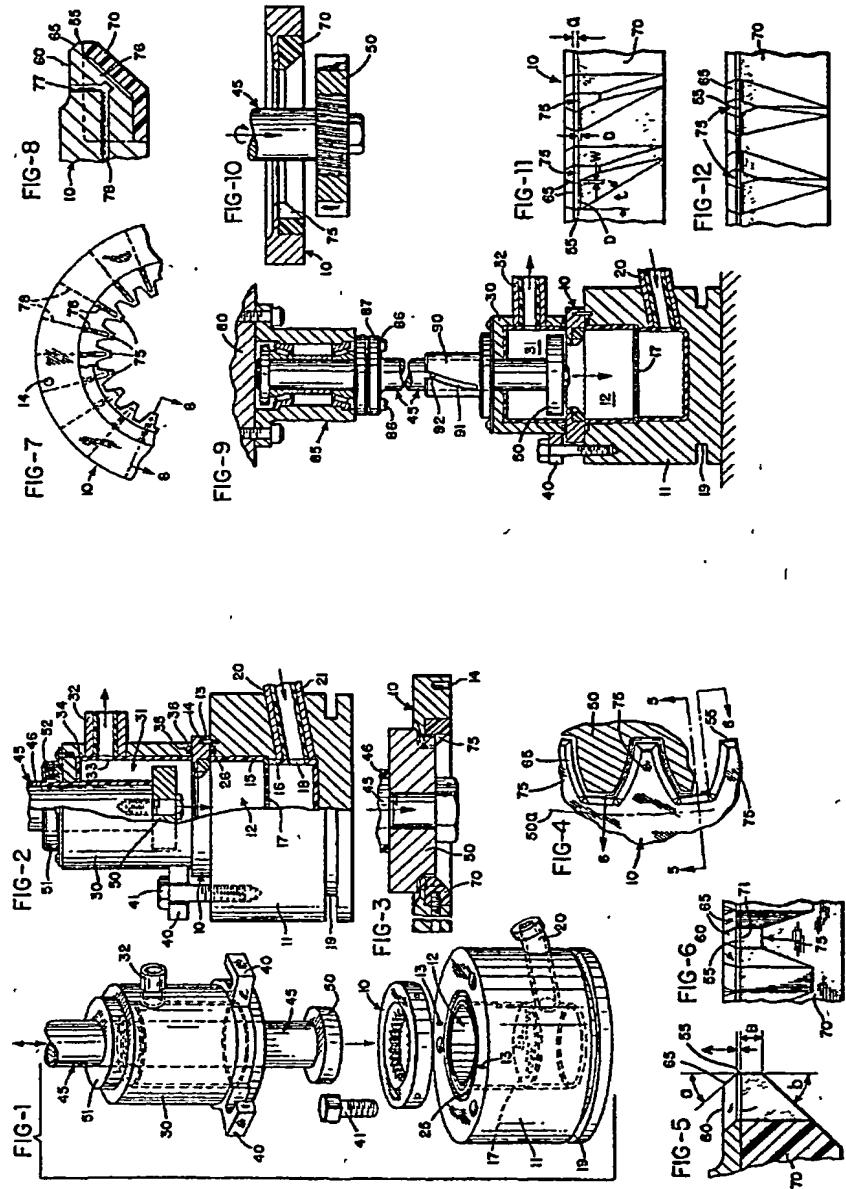
6. Vorrichtung nach Patentanspruch, dadurch ge-
kennzeichnet, daß in bezug auf das Werkzeug (10)
mit Hilfe eines Werkstückhalters (45) verschiebbar an-
geordnete Werkstück (50) drehbar angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Unteranspruch 6, dadurch ge-
kennzeichnet, daß an dem Werkzeughalter (45) ein Stif-
(92) angeordnet ist, der in einem ortsfesten, schräg ver-
laufenden Schlitz (91) geführt ist.

8. Vorrichtung nach Unteranspruch 6, dadurch ge-
kennzeichnet, daß das Werkstück (50) im Uhrzeigersin-
drehbar ist.

9. Vorrichtung nach den Unteransprüchen 1 und 8
dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierung (70) wenig-
stens hinter einer der beiden, die Zahnflanken erzeugen-
den Partien der Wirkfläche (55) bis zum unteren Ende
des Werkzeuges (10) unter einem Winkel (ϵ) verläuft
der größer ist als der Schrägverzahnungs- oder Schrau-
benwinkel des herzustellenden Zahnrades (50) (Fig. 5
bis 12).

503 547 *



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.